مطالعه بافت‌شناسی و بیومکانیکی آثار تابش لیزر کم‌توان بر التیام زخم بازپوستی در موش صحرایی

محمد بیات Ph.D *، احمد حسینی Ph.D **، محمد قاسم گلمحمدی M.Sc ***، افسانه آذری M.Sc ****

* دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ـ دانشکده علوم پزشکی ـ گروه علوم تشریحی

** دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ـ دانشکده علوم پزشکی ـ گروه علوم تشریحی

*** دانشگاه علوم پزشکی اردبیل ـ دانشکده علوم پزشکی ـ گروه علوم تشریحی

**** جهاد دانشگاهی علوم پزشکی ایران ـ گروه پژوهشی فیزیوتراپی

* آدرس مکاتبه: تهران ـ صندوق پستی ۴۴۷-۱۶۳۱۵ ـ جهاد دانشگاهی علوم پزشکی ایران

چکیده

* **هدف:** بررسی آثار تابش لیزر کم‌توان گالیوم آلومینیوم آرسناید بر زخمهای بازپوستی موش صحرایی به روشهای بافت‌شناسی و بیومکانیک.

* **نوع مطالعه:** تجربی

* **مواد و روشها:** ۴۶ سر موش صحرایی نر به طور تصادفی در گروه‌های شاهد و تجربی قرار گرفتند. تحت بیهوشی عمومی و با رعایت شرایط استریل یک زخم مدور و با ضخامت کامل پوست در پشت هر موش صحرایی ایجاد شد. روز جراحی روز صفر محسوب شد از روز یک به همه موشهای صحرایی نصف میزان مواد بیهوشی تزریق و به موشهای صحرایی گروه تجربی لیزر کم‌توان گالیوم آلومینیوم آرسناید با انرژی دانسیته $۱/۲ \frac{J}{cm^2}$ تابانده شد. در روزهای ۴ و ۷ و ۱۵ بعد از انجام تیمار روزانه موشهای صحرایی بوسیله اتر کشته شدند و دو نمونه از بستر زخم و پوست سالم مجاور هر موش صحرایی تهیه شد. نمونه مربوط به مطالعات بافت‌شناسی ثابت شد و مراحل کار عملی بافت‌شناسی عمومی بر روی آن بعمل آمد و برشهایی به ضخامت ۵μ از آن تهیه و با روش هماتوکسیلین و ائوزین رنگ شدند و سلولهای فیبروبلاست، ماکروفاژ، نوتروفیل، اندوتلیوم عروق و تعداد مقاطع عروق شمارش شدند. بر روی نمونه دوم مطالعه بیومکانیکی از نوع تنسیومتری بعمل آمد و قدرت کشش نمونه‌ها محاسبه شد. روش آماری مورد استفاده Mann whitney U test بود و $P<۰/۰۵$ معنی‌دار تلقی شد.

* **یافته‌ها:** در گروه تجربی میانگین تعداد فیبروبلاستها در روزهای ۷ و ۱۵، قدرت کشش در روزهای ۴ و ۱۵، تعداد مقاطع عروق در روز ۷ و سلولهای اندوتلیوم عروق در روز ۱۵ بیشتر و میانگین تعداد ماکروفاژها در روز ۴ کمتر از گروه شاهد بود. اختلافات فوق از نظر آماری هم معنی‌دار بودند.

* **نتیجه‌گیری:** تابش روزانه لیزر کم‌توان گالیوم آلومینیوم آرسناید با انرژی دانسیته $۱/۲ \frac{J}{cm^2}$ بر زخمهای با ضخامت کامل پوست موشهای صحرایی موجب تسریع معنی‌دار فرآیند التیام زخم شد.

گل واژگان: لیزر، التیام زخم، موش صحرایی، بافت‌شناسی، بیومکانیک.

مقدمه

از آنجاکه تولید لیزرها نسبتاً جدید است اثرات بیولوژیک و فیزیولوژیک این انرژی نورانی تمرکز یافته، هنوز تحت بررسی است. لیزرهای کم‌توان دارای اثرات ظریفی هستند که ابتدا در سطح سلولی ظاهر می‌شوند. یکی از انواع لیزرهای کم‌توان، لیزر گالیوم آلومینیوم آرسناید (گالیوم) است که طول موج آن، نسبت به سایر لیزرهای کم‌توان بیشتر بوده و به تبع آن عمق نفوذ بیشتری دارد و مستقیماً در بافتهایی که در عمق یک الی دو سانتی‌متری قرار دارند جذب می‌شود(۱). محققان با انجام مطالعات آزمایشگاهی در محیط کشت و بر روی مدلهای حیوانی، سعی در شناخت نحوه عمل لیزر کم‌توان گالیوم دارند که در این زمینه می‌توان به تحقیقات ذیل اشاره نمود: Pogrel MA و همکاران بمنظور تعیین اثر لیزر کم‌توان گالیوم بر چسبندگی و مهاجرت سلولی، انرژی دانسیته‌های مختلف آنرا بر فیبروبلاستها و کراتینوسیتهای محیط کشت تاباندند(۲) و EL sayed SD & Dyson M این فرضیه را مطرح کردند که: «لیزر کم‌توان گالیوم، ماست سلها را فعال می‌کند و آنها در اثر این فعالیت، دگرانوله شده و میانجی‌های شیمیایی آزاد می‌کنند.» و این یکی از مکانیسمهایی است که طی آن تابش لیزر کم‌توان گالیوم موجب تسریع فرآیند التیام زخم می‌شود و برمبنای آن تحقیقی را به منظور تعیین پارامترهای ایده‌آل در جهت افزایش تعداد ماست‌سلها و دگرانولاسیون آنها در پوست جراحت دیده، انجام دادند(۳). کاربرد لیزر کم‌توان گالیوم در موارد بالینی با نتایج مثبت همراه بوده است و طی یک تحقیق دوسوکور که در بیماران بالای ۶۰ سال مبتلا به کمردرد مزمن انجام شد، تابش لیزر کم‌توان گالیوم موجب کاهش درد بیماران بدون بروز عوارض جانبی شد(۴). در تحقیق دیگری تابش لیزر کم‌توان گالیوم بر فتق دیسکهای بین مهره‌ای ناحیه کمری بیماران، موجب کاهش درد و بهبودی علائم نورولوژیک و راه‌رفتن گردید و آزمایشات پاراکلینیک، کم شدن میزان فتق را نشان داد(۵).

Malm M & Lundeberg T التیام زخمهای وریدی ساق گروهی از بیماران را تحت تأثیر تابش لیزر کم‌توان گالیوم با انرژی دانسیته $۴\frac{J}{cm^2}$ با گروهی که تحت درمان استاندارد قرار داشتند مقایسه کردند و نتایج تحقیق، تفاوتی را بین دو گروه نشان نداد(۶). Skorid T و همکاران هم تحقیق مشابهی با انرژی دانسیته $۱\frac{J}{cm^2}$ انجام دادند؛ ولی نتایج آن برخلاف نتایج تحقیق Malm M & Lundeberg T بود و آنان بر کاربرد لیزر کم‌توان گالیوم در درمان زخمهای وریدی ساق بیماران، تأکید کردند و آنرا درمان مفید و بدون عوارض جانبی دانستند(۷).

AL Watban F تابش لیزرهای کم‌توان، من‌جمله لیزر گالیوم را بر فرآیند التیام زخم بررسی کرده و در نتیجه آن، شاهد کاهش زمان التیام و افزایش سرعت ترمیم زخمها بود(۸). با توجه به بررسی‌های فوق، مشخص می‌شود که تحقیقات کنترل شده معدودی راجع به اثرات لیزر کم‌توان گالیوم بر فرآیند التیام زخم انجام شده و از طرفی نتایج آنها با یکدیگر اختلاف دارد و همچنین در بین معیارهای تحقیقات فوق معیارهای ارزیابی کمّی و دقیق کمتر به چشم می‌خورد. از اینرو در تحقیق حاضر، آثار لیزر کم‌توان گالیوم بر فرآیند التیام زخم بازپوست موش صحرایی بوسیله روشهای ارزیابی شمارش سلولی بررسی شد که شامل شمارش سلولهای فیبروبلاست، ماکروفاژ، نوتروفیل، اندوتلیوم عروق و مقاطع عروق بستر زخم است، همچنین قدرت کشش بستر زخم نیز بررسی شد.

مواد و روشها

۴۶ سر موش صحرایی نر سه ماهه، نژاد SPRAGUE DAWLEY و ۳۰±۲۲۰ گرم وزن، به طور تصادفی در گروه‌های شاهد و تجربی قرار گرفتند. موشهای صحرایی در طی دوره تحقیق در قفسهای انفرادی تمیز نگهداری شدند و آزادانه به آب و خوراک موش دسترسی داشتند. آنها با تزریق داخل عضلانی دیازپام محصول شرکت کیمیداروی ایران و KETAMINE HYDROCHOLORIDE با نام تجارتی calypsul محصول شرکت مجارستانی GEDEON RICHTER به میزان $۳\frac{mg}{kg}$ و $۴۰\frac{mg}{kg}$ بیهوش شدند و موی پشت گردن آنها تراشیده و تحت شرایط استریل یک زخم مدور به قطر حدود ۲۰ mm و ضخامت کامل پوست شامل عضله جلدی (PANNICULUS CARNOSUS)، در پشت گردن هر موش صحرایی ایجاد شد. روز ایجاد زخم روز صفر محسوب شد و روز بعد روز یک و الی آخر. از روز یک ببعد پس از تزریق نصف دوز مواد بیهوشی به همه موشهای صحرایی، روزانه یکبار به زخمهای موشهای صحرایی گروه تجربی، لیزر کم‌توان گالیوم توسط دستگاه مولد لیزر ENDOLASER 465 ساخت هلند، با طول موج ۷۸۰ نانومتر و فرکانس ۲۳۳۶ هرتز و عرض پالس ۰/۳m sec و به مدت ۱۷۲ ثانیه برای هر سانتیمتر مربع و انرژی دانسیته $۱/۲\frac{J}{cm^2}$ به روش شبکه تابانده شد. در کل مدت تابش نوک قلم به طور ثابت بر روی نقطه میانی هر یک سانتیمتر مربع موضع مماس شده بود. موشهای صحرایی در تحقیق حاضر در سه دسته قرار گرفتند که هر دسته شامل ۱۰ سر موش صحرایی شاهد و ۵ سر موش صحرایی تجربی بود. در دسته سوم تعداد موشهای صحرایی گروه تجربی ۶ سر بود. دسته اول برای دوره ۴ روزه، دسته دوم برای دوره ۷ روزه و دسته سوم برای دوره ۱۵ روزه درنظر گرفته شدند. بعد از انجام تیمارهای روزانه، موشهای صحرایی دسته اول در روز ۴، دسته دوم در روز ۷ و دسته سوم در روز ۱۵ با روش استنشاق اتر در فضای بسته کشته شدند و جهت انجام مطالعات بیومکانیک و بافت‌شناسی، از بستر زخم و پوست سالم مجاورش، در هر موش صحرایی دو نمونه به طریق زیر برداشته شد: با وسیله‌ای که دارای دو تیغه برنده موازی به فاصله ۸mm از یکدیگر بود، یک نمونه در امتداد محور طولی زخم، بگونه‌ای برداشته شد که بستر زخم در وسط و پوست سالم در طرفین آن بود. طول نمونه ۵cm بود و بلافاصله درون محلول کلرورسدیم ۰/۹ % گذاشته شد. نوع آزمایش بیومکانیکی که در تحقیق حاضر بکار رفت تنسیومتری بود که در این روش ابتدا نمونه بین دو گیره دستگاه آلمانی سنجش استحکام مواد ZWICK 1494 UNIVERSAL TESTING MACHINE گذاشته و دو انتهای آن در دو گیره محکم شد سپس گیره متحرک دستگاه با

سرعت $15\frac{mm}{min}$ از گیره ثابت دور می‌شد و به این ترتیب قدرت کشش (TENSILE STRENGTH) نمونه با واحد گرم بدست آمد. باقیمانده زخم که در سمت راست نمونه طولی قرار داشت جهت مطالعات بافت‌شناسی استفاده شد. این نمونه هم شامل بستر زخم و پوست سالم مجاورش بود و ابتدا درون محلول فرمالین سالین قرار گرفت و سپس مراحل پردازش بافتی بر روی آن انجام گرفت و درون قالب پارافینی کاشته شد و بوسیله میکروتوم با تیغه ثابت برشهایی به ضخامت ۵ میکرون از آن تهیه و برشها با روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین رنگ شدند و سلولهای فیبروبلاست ، ماکروفاژ ، نوتروفیل و اندوتلیوم عروق بستر زخم،به روش زیر شناسایی و به همراه تعداد مقاطع عروق، شمارش شدند:

در بستر زخم، سلولهایی که دارای هسته دوکی نسبتاً درشت با طرح کروماتین گرانولر خشن بودند، فیبروبلاست نامیده شدند و سلولهایی که سیتوپلاسم گرانولر (کف آلود) داشته و هسته آنها، کناری و معمولاً مدور بود و نسبت هسته به سیتوپلاسم کاهش شدید نشان می‌داد ماکروفاژ محسوب شدند. نوتروفیلها بوسیله طرح هسته ۲ الی ۵ لوبه و سیتوپلاسم صورتی کمرنگ و یا ببرنگ تشخیص داده شدند. سلولهایی که جدار وریدها و شریانها را در شمای مشخصی از آنها نظیر مقاطع طولی یا استوانه‌ای می‌ساختند اندوتلیوم نامیده شدند.

در هر نمونه زخم گروه‌های شاهد و تجربی مورد بررسی، ۸ میدان میکروسکوپی در محلهای ثابت انتخاب شده و شمارش‌هابوسیله قطعه چشمی:

MIC 0078-19 SCALE WITH 400 SQUARES EUROMEX MICROSCOPE HOLLAND و با بزرگنمایی ×40 عدسی ابژکتیو میکروسکوپ نوری انجام شد. مساحت سطح شمارش شده در هر نمونه $500000\mu m^2$ بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری Mann Whitney U test استفاده و $P<0/05$ معنی‌دار محسوب شد.

یافته‌ها

یک سر موش صحرایی پیش از رسیدن به موعد نمونه‌برداری مُرد. نتایج حاصل از شمارش سلولی و آزمایش بیومکانیک و تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که میانگین تعداد فیبروبلاستهای گروه تجربی در روزهای ۷ و ۱۵، قدرت کشش در روزهای ۴ و ۱۵، سلولهای اندوتلیوم عروق در روز ۱۵ و مقاطع عروق در روز ۷، بیشتر و میانگین تعداد ماکروفاژها در روز ۴،کمتر از گروه شاهد است و اختلاف آنها از نظر آماری هم معنی‌دار است (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های مورد بررسی در گروه‌های شاهد و تجربی و روزهای ۴ و ۷ و ۱۵ و نتیجه آزمون به روش Mann whitney U test

روز	ویژگی / مشخصه‌های آماری / گروه	فیبروبلاست M	فیبروبلاست SD	ماکروفاژ M	ماکروفاژ SD	نوتروفیل M	نوتروفیل SD	اندوتلیوم عروق M	اندوتلیوم عروق SD	مقاطع عروق M	مقاطع عروق SD	قدرت کشش M	قدرت کشش SD
۴	شاهد	۸۳۳/۶	۷۳/۶	۱۴۴/۷**	۷۳/۴	۱۲۰/۷	۱۲۸/۹	۱۱۷/۲	۳۱/۴	۴۴/۶	۸/۸	۷۲/۱	۲۸/۱
	تجربی	۹۵۰/۴	۹۹/۱	۳۳/۴	۲۱/۴	۳۰/۸	۲۵	۱۷۳/۸	۵۵	۵۱/۱	۱۵/۱	۱۴۴/۳**	۵۴/۸
۷	شاهد	۹۵۲/۵	۸۸/۸	۲۶/۸	۱۶/۷	۱۶/۵	۱۷/۵	۸۸	۲۱/۵	۳۲	۴/۵	۱۴۶/۱	۶۳/۲
	تجربی	۱۰۸۰/۶*	۱۳۰	۲۲/۴	۵/۵	۱۴/۲	۴/۶	۱۰۲/۸	۳۶/۳	۴۸*	۱۸/۷	۱۸۴/۹	۴۰/۳
۱۵	شاهد	۹۱۴/۴	۱۰۶	۲	۴/۹	۱۰/۵	۲۶	۳۷/۷	۱۷/۹	۱۴	۵/۸	۲۳۲/۸	۴۰/۹
	تجربی	۱۲۲۵/۳**	۱۸۰/۲	۱۲/۷	۱۰/۹	۱۱/۷	۲۰/۶	۶۰/۵*	۱۷/۹	۱۸/۸	۵/۸	۳۶۵/۶*	۱۲۸/۳

SD=Standard Deviation, M=Mean و **= P<0.01 , *= P<0.05

بحث

تابش لیزر کم‌توان گالیوم با انرژی دانسیته $1/2 \frac{J}{cm^2}$ بر زخم بازپوست موش صحرایی موجب افزایش معنی‌دار تعداد فیبروبلاستهای گروه تجربی در روزهای ۷ و ۱۵ و قدرت کشش در روزهای ۴ و ۱۵ و مقاطع عروق در روز ۷ و سلولهای اندوتلیوم عروق در روز ۱۵ و کاهش معنی‌دار ماکروفاژها در روز ۴ نسبت به گروه شاهد شد.

یافته‌های تحقیق حاضر مؤید تسریع معنی‌دار فرآیند التیام زخم بازپوستی در موش صحرایی تحت‌تأثیر تابش لیزر کم‌توان گالیوم طبق برنامه اجراء شده می‌باشد و آثار بیواستیمولیتوری لیزر کم‌توان گالیوم را تأیید کرد.

نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات Fernando S & Roxana R, EL Sayed SD & Dyson M و Gruszka M & Amryn W و AL Watban F همسویی داشته ولی با نتایج تحقیقات Pogrel MA و همکاران و Malm M & Lundeberg T مغایرت دارد(۳،۵،۸،۲). بررسی دو مقاله آخر نشان می‌دهد که Pogrel MA و همکاران دوزهای مختلف لیزر را بر محیط کشت سلولهای فیبروبلاست و کراتینوسیت تاباندند و با یک روش ارزیابی شناخته شده تأثیر تابش لیزر را بررسی کردند. محققان در نتایج تحقیق آثار مثبت تابش لیزر کم‌توان گالیوم را مشاهده نکردند ولی در نتیجه‌گیری خود صرفاً اعلام نمودند که نتوانستند فعالیت بیواستیمولیتوری لیزر کم‌توان گالیوم را نشان بدهند(۲). همچنین Malm M & Lundeberg T اعلام نمودند که در تحقیقشان هیچ‌گونه تفاوت مشخصی را بین اثرات لیزر کم‌توان گالیوم و درمان پلاسبو که در درمان زخمهای وریدی ساق بیماران بکار می‌رود، مشاهده نکردند ولی اعلام کردند علت این امر ممکن است حاصل مُد لیزر بکار رفته، انرژی دانسیته، مدت تابش و فاصله‌های بین درمان و وضعیت زخمها باشد و در این خصوص نکات مهمی را تذکر دادند که عبارت بودند از: دوری زخمها از خون و حمایت تغذیه‌ای، درجه التیام زخم، نوزایی عروق و درجه التهاب زخم(۶).

در مجموع بنظر می‌رسد که تابش لیزر کم‌توان گالیوم موجب بروز آثار التیامی می‌شود و حتی دو مقاله اخیر هم این آثار را نفی نکردند.

در جستجوی علمی که به منظور شناخت علل و مکانیسمهای اثربخشی لیزر کم‌توان گالیوم بعمل آمد مشخص شد که تحقیقات اندکی در این زمینه انجام شده که نتایج آن حاکی از افزایش سنتز پروکلاژن توسط فیبروبلاستها در محیط کشت و افزایش تعداد ماست سلها و دگرانولاسیون آنها تحت‌تأثیر تابش لیزر کم‌توان گالیوم است(۲،۳). با توجه به این موضوع که لیزر کم‌توان گالیوم و لیزر کم‌توان هلیوم نئون جزء لیزرهای کم‌توان محسوب می‌شوند (۱)، محققان در توجیه اثرات مثبت لیزر کم‌توان گالیوم به تحقیقات مربوط به لیزر کم‌توان هلیوم نئون هم استناد می‌کنند (۲،۶).

از جمله مکانیسمها و آثاری که محققان برای لیزرهای کم‌توان مانند لیزر کم‌توان هلیوم نئون قائل شده‌اند عبارتند از:

۱) سیتوکرومها در داخل سلول به عنوان فتورسپتور برای پرتوهای لیزر عمل کرده و پرتوهای لیزر موجب کاهش اکسیداسیون (redox) سیتوکرومها و متابولیسم اکسیداتیو در طی واکنش زنجیره تنفسی الکترون می‌شوند(۹).

۲) تابش پرتوهای لیزر به سلولهای کراتینوسیت در طی فرآیند التیام زخم موجب فعال سازی و تولید فاکتور فعال کننده نسخه‌برداری، می‌شود و به این ترتیب پرتوهای لیزر ممکن است در وقایع سلولی فرآیند التیام نقش داشته باشند(۱).

۳) پرتوهای لیزر موجب ترانسفورماسیون سریع فیبروبلاستها به میوفیبروبلاست در محیط کشت و in vivo می‌شوند(۱).

۴) پرتوهای لیزر موجب افزایش DNA و RNA و تحریک تشکیل عروق جدید و افزایش قدرت بافت اسکار و تحریک اپیتلیالیزاسیون می‌شوند(۱۲).

۵) پرتوهای لیزر موجب افزایش سنتز کلاژن می‌شوند (۱۳).

ممکن است لیزر کم‌توان گالیوم از طریق مکانیسمها و آثار یاد شده و سایر موارد شناخته نشده احتمالی دیگر موجب بروز اختلافات معنی‌دار آماری در تحقیق حاضر شده باشد.

در روز چهارم تحقیق، افزایش قدرت کشش گروه تجربی معنی‌دار بود،امّا افزایش تعداد فیبروبلاستهای گروه تجربی نسبت به گروه شاهد در همین روز معنی‌دار نبود. این تغییرات را می‌توان، اینگونه توجیه نمود که تابش لیزر کم‌توان گالیوم در روز ۴ بررسی تحقیق حاضر که در تحقیقات تجربی بعنوان فاز التهاب فرآیند التیام زخم در نظر گرفته می‌شود(۱۴)، موجب تکثیر و افزایش معنی‌دار فیبروبلاستها نمی‌شود. در این تحقیق یافتهٔ مستقیمی دال بر وضعیت متابولیک فیبروبلاستها وجود ندارد، ولی از آنجا که میزان قدرت کشش بستر زخم نمایانگر وضعیت کمّی مولکولهای کلاژن سنتز شده بوسیله فیبروبلاستها و پیوندهای آنها بوده و انعکاسی از وضعیت متابولیسم آنهاست، می‌توان اعلام نمود که تابش لیزر کم‌توان گالیوم موجب افزایش معنی‌دار متابولیسم سلولهای فیبروبلاست در مقایسه با گروه شاهد شده‌است.از سوی دیگر کاهش همزمان تعداد ماکروفاژها و تعداد نوتروفیلها، بیانگر کاهش وضعیت التهابی بستر زخم در اثر تابش لیزر کم‌توان گالیوم می‌باشد. در روز ۷ بررسی تحقیق حاضر که بعنوان فاز تکثیر فرآیند التیام زخم در نظر گرفته می‌شود(۱۵)؛ در گروه تجربی افزایش تعداد فیبروبلاستها در مقایسه با گروه شاهد از نظر آماری، معنی‌دار است ولی در مورد قدرت کشش اینگونه نیست و احتمالاً بیانگر این است که تابش لیزر کم‌توان گالیوم موجب افزایش معنی‌دار تعداد (تکثیر) فیبروبلاستها شده ولی نتوانسته است در متابولیسم آنها تغییر معنی‌داری ایجاد کند. افزایش معنی‌دار تعداد مقاطع عروق و کاهش تعداد ماکروفاژها و نوتروفیلها با افزایش معنی‌دار فیبروبلاستها همخوانی داشته و بیانگر تشکیل بافت دانه‌دار که اجزای اصلی آن فیبروبلاستها و عروق هستند، است. در روز ۱۵، که در تحقیق حاضر به عنوان فاز تجدید ساختار فرآیند التیام زخم محسوب شد، در گروه تجربی فزونی تعداد فیبروبلاستها نسبت به گروه شاهد و حتی نسبت به روز ۷ همین گروه، بیانگر ادامه فاز تکثیر فرآیند التیام تا روز ۱۵ بررسی است، درحالیکه

در تحقیقات تجربی، معمولاً در این روز فاز تجدید ساختار روی می‌دهد(۱۶). به هرحال افزایش معنی‌دار وهمزمان فیبروبلاستها و قدرت کشش بستر زخم گروه تجربی، نمایانگر اثر تابش لیزر کم‌توان گالیوم بر افزایش تعداد (تکثیر) و متابولیسم فیبروبلاستها است. افزایش معنی‌دار اندوتلیوم عروق و تغییر مشابه فیبروبلاستها و همچنین کاهش تعداد ماکروفاژها و نوتروفیلها(با توجه به شرایط حاکم در بستر زخم در فاز تکثیر) با یکدیگر همسویی دارد.

با ملاحظه تغییرات مشاهده شدهٔ گروه تجربی در سه روز مورد بررسی، می‌توان اعلام نمود که احتمالاً تغییرات روزهای ۴ و ۷ از نظر بالینی هم مفید خواهند بود و موجب تسریع معنی‌دار فرآیند التیام زخم و بهبودی سریعتر بیمار می‌شوند ولی افزایش معنی‌دار تعداد فیبروبلاستها و قدرت کشش بستر زخم را در روز ۱۵ با ملاحظه مشکلاتی که بافت اسکار و فیبروپلازی در برخی از بیماران بوجود می‌آورد و به اسکار هیپرتروفی و کلوئید تبدیل می‌شود باید با احتیاط تلقی نمود (۱۷) و به‌نظر می‌رسد که در موارد بالینی، هرچه انرژی دانسیته لیزر کم‌توان گالیوم در دوره مربوط به فاز تجدید کمتر باشد،بهتر است.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد تابش روزانه لیزر کم‌توان گالیوم آلومینیوم آرسناید با انرژی دانسیته $۱/۲\frac{J}{cm^2}$ بر زخمهای باز با ضخامت کامل پوست موش صحرایی موجب تسریع معنی‌دار فرآیند التیام زخم می‌شود.

تقدیر و تشکر

مقاله فوق، طرح تحقیقاتی مصوب گروه پژوهشی فیزیوتراپی جهاد دانشگاهی علوم پزشکی ایران بوده،بودجه و فضای آزمایشگاهی آن توسط این مرکز در اختیار محققین قرار گرفته است؛ همچنین نویسندگان در انجام مطالعات میکروسکوپی از راهنمائی‌های آقای دکتر جمالی بهره‌جسته‌اند که بدینوسیله مراتب تقدیر و تشکر خود را از ایشان ابراز می‌دارند.

منابع

1. Saliba EN, Forman SH, Low power lasers in WE prentice (ed) Therapeutic Modatities in Sport Medicine STLOUIS (USA) Times Mirror /Mosby college publishin, pp 185-209, 1990.

2. Pogrel MA, Chen JW Zhang K, Effects of low energy Gallium aluminum Arsenide laser irradiation on cultured fibroblasts and keratinocytes, Lasers in Surg Med 20:426-432, 1997.

3. EL Sayed SO, Dyson M, Effect of laser pulse and repetition rate and pulse duration on mast cell number and degranulation. Lasers in Surg Med 19:433-437.1996.

4. Femando S & Roxana R. Low level laser therapy response in patients with chronic low back pain. A double blind study, American Society for Lasers in Medicine and Surgery, 17th Annual Meeting, Phoenix Arizona, April 3-6. supplemental 6,(abs). P.6, 1997.

5. Gruszka M, Amryn W, Fiszerman R, Effect of low energy laser therapy on herniated discs, American Society for Lasers in Medicine and Surgery, 17th Annual Meeting, Phoenix Arizona, April 3-6, supplemental, 9, p(abs).P.6, 1997.

6. Malm M and Lundeberg T, Effect of low power gallium arsenide laser on healing of venous ulcers, Scand J Plast Reconstr Hand Surg 25:249-251. 1991.

7. Skorid T, Tonokovid G, Trsinaski M, Zarkovic M, Laser biomodulation, Application of the gallium arsenide laser in the therapy of ulcrus cruris, American Society for Lasers in Surgery and Medicine 18th Annual Meeting. San Diego, California April 5-7, supplemental (10) (abs). P.7, 1998.

8. AL Watban F, Stimulation Laser dosimetric dependence for open skin wound closure in rats. American Society for Laser in Surgery and Medicine, 17th Annual Meeting, Phoenix. Arizona, April 3-6, Supplemental 9, (abs). p. 7, 1997.

9. Yu W, McGowan M, Naim JO, Lanzafame RJ, Mechanism of low level biostimulatory effects, American Society for Lasers in Surgery and Medicine, 16th Annual Meeting Lake Buena, vista Florida, April15-17, Supplemental 8(abs). p.8, 1996.

10. Haas AF, Iwahashi CK, Wong JW et al, Helium-Neon laser treatment enhances NFKB activationin wounded normal human keratinocytes in culture. American Society for Lasers in Surgery and Medicine 17th Annual Meeting. Phoenix Arizona. April 3-6, supplemental 9(abs). p.7, 1997.

11. Pourreau schneider N, Ahmad A, Soodry M et al, Helium-Neon laser treatment transforms fibroblasts into myofibroblasts, Am Pathol, 137: 171-178. 1990.

12. Lundeberg T & Malm M, Low power He-Ne laser treatment of venous leg ulcers, Ann Plast Surg, 27:537-539. 1991.

13. Mester E, Ja szsagi-Nagy E, The effect of laser radiation on wound healing and collagen synthesis, Studia Biophysica, 35(3) 227-230, 1973.

14. Brown M & Gogia pp. Effect of high voltage stimulation on cutaneous wound healing, Phys Ther 1987, 67(5) 662-7. 1987.

15. Yong SR, Dyson M, Effect of therapeutic ultrasound

on the healing of full -thickness excised skin lesions. Ultrasonics. 28: 175-180, 1990.
16. Dyson M Young S Pendle CI et al, Comparison of the effects of moist and dry conditions on dermal repair, J Invest Dermatol, 91: 434-439, 1988.
17. Kana JS, Hutschenreiter G, Haina D,Waidelich W, Effect of low power density laser radiation on healing of open skin wounds in rats, Ann Surg. 116:293-296, 1981.